

## 明 細 書

## 太陽電池モジュール及び太陽光発電装置

## &lt;技術分野&gt;

本発明は、太陽電池素子を複数個接続して配置した太陽電池モジュール及びその  
5 太陽電池モジュールを用いた太陽光発電装置に関するものである。

## &lt;背景技術&gt;

太陽電池素子は、単結晶シリコン基板や多結晶シリコン基板を用いて作製される  
ことが多い。

このため太陽電池素子は物理的衝撃に弱く、また野外に太陽電池素子を取り付け  
10 た場合、雨などからこれを保護する必要がある。

また、太陽電池素子一枚では発生する電気出力が小さいため、複数の太陽電池素  
子を直並列に接続して実用的な電気出力が取り出せるようにする必要がある。

このため複数の太陽電池素子を直並列に接続して、透光性の表面部材と裏面部材  
との間に設置し、エチレンビニルアセテート共重合体（EVA）などを主成分とす  
15 る充填材で封入して、太陽電池モジュールを作製することが通常行われている。

また、透光性の裏面部材を用いることによって、隣接する太陽電池素子の間の隙  
間が透光部となり、太陽光を透過させるようにし、採光効果が得られる太陽電池モ  
ジュールもある（例えば、特開2001-189469号公報参照）。

図8は従来の太陽電池モジュールの構造の一例を示した断面図である。11は表  
20 面部材、12は受光面側充填材、13は太陽電池素子、14は裏面側充填材、15  
は裏面部材、16は太陽電池素子どうしを接続するインナーリードを示す。

太陽電池素子13は、例えば厚み0.3～0.4mm程度、大きさ100～15  
0mm角程度の単結晶シリコンや多結晶シリコンで作られている。その両面にはそ  
れぞれ出力を取り出すための受光面側電極（不図示）及び裏面側電極（不図示）が  
25 形成される。

それらの電極の形成法としては一般的に低コスト化のため、スクリーン印刷法が  
用いられ、銀ペーストを太陽電池素子13の表面に印刷し、焼成することによって  
焼き付けられる。

そして、太陽電池素子同士を直列接続するときは、図8に示されるように一の太

陽電池素子の受光面側電極に取り付けたインナーリード16を隣接する他の太陽電池素子の非受光面側電極に接続し、これを繰り返すことにより行う。

このインナーリード16の接続は、半田を加熱して溶融させることにより行っている。一般的にインナーリードは、厚さ0.1~0.3mm程度の銅箔の全面を半田被覆したものを用いている。

表面部材11としては透光性を有する材質、例えばガラスなどが適しており、また、裏面部材15としてはポリエチレンテレフタレート(PET)などの耐候性樹脂が用いられる。

また、受光面側充填材12、裏面側充填材14としては、EVAやポリビニルブチラル(PVB)が主に使用される。

表面部材11、受光面側充填材12、インナーリード16で接続された太陽電池素子13、裏面側充填材14、裏面部材15をこの順で積層したものをラミネーターと呼ばれる装置にセットし、減圧下で加熱しながら押圧し一体化して、太陽電池モジュールが作製される。

従来の太陽電池モジュールでは、単位面積当りの発電出力が小さいので、必要とする電力を得るためには、太陽電池モジュールが大型化し、広い設置面積が必要となる。しかしながら、地面や建物の屋根に設置できる面積は限られていることから、1個当りの太陽電池モジュールから得られる発電量を大きくする必要がある。

そこで、特開2002-111035号公報では、両面発電型の太陽電池素子を用いて、表面側から入射した光だけでなく、裏面部材15から反射した光によっても発電を行い、太陽電池素子一個当りの発電量を高める構成が開示されている。

しかしながら、このような両面発電型の太陽電池素子を作製するには、従来の太陽電池素子に比べ大幅に工程が煩雑となり、また高コストとなる問題があった。

さらに現在、様々な用途に太陽電池が用いられるようになり、より多くの場所において太陽電池モジュールを設置するという需要が増してきた。しかしながら、個々の太陽電池モジュールが設置される場所の日射の状態は、周囲の建造物による影などの存在によって、大きく変わることから、使用する用途に対して、可能な限り必要十分な電力を得るためにも、周囲の環境の悪影響をより受けにくくするとともに、設置する環境に適応した太陽電池モジュールが望まれている。

本発明は、簡易な構造で、両面に入射した光を有効に発電に利用することにより、単位面積あたりの発電効率を向上させるとともに、周囲の環境の悪影響を受けにくく、設置する環境に適應できる太陽電池モジュールを提供することを目的とする。

また、本発明は、前記太陽電池モジュールの各太陽電池素子群の最大出力電力で  
5 の効率的利用を可能とする太陽光発電装置を提供することを目的とする。

#### <発明の開示>

本発明の太陽電池モジュールは、透光性を有する表面部材と、裏面部材と、前記表面部材と前記裏面部材との間に配置された、絶縁体からなる中間部材と、前記表面部材と前記中間部材との間に、その受光面を前記表面部材側に向けて配置された、  
10 複数の片面受光型太陽電池素子を電氣的に接続した第1の太陽電池素子群と、前記裏面部材と前記中間部材との間に、その受光面を前記裏面部材側に向けて配置された、複数の片面受光型太陽電池素子を電氣的に接続した第2の太陽電池素子群と、を備えている。

この構成により、表面側から入射した太陽光を第1の太陽電池素子群により受光  
15 し、裏面部材側から入射した太陽光を第2の太陽電池素子群により受光するため、多方面から入射される太陽光をより有効に電力に変換させることができるようになる。

また太陽の仰角の悪影響を受けにくくなるので、設置方向や時間帯によって発電量が変化する問題を抑制することが可能になる。

20 以上のことから、簡易な構成で、太陽電池モジュールの両面から受光した太陽光を有効に発電に寄与させることができる。

この太陽電池モジュールは、例えば道路脇に設けられる防音壁や転落防止柵、道路標識、公園などに設けられる照明灯やモニュメント、ビルの壁面や屋上、家屋の屋根、また地上などいかなる場所に設置しても周囲の環境から受ける悪影響を少な  
25 くして有効にその効果を発揮することができる。

前記第1の太陽電池素子群と前記第2の太陽電池素子群とは、いずれも前記複数の太陽電池素子が直列に接続されてなり、前記中間部材を介して、互いに電氣的に絶縁されているものであることが好ましい。これにより、太陽電池モジュールの表裏それぞれから最大の出力特性を引き出すことができるとともに、第1の太陽電池

素子群と第2の太陽電池素子群とを絶縁し、別々に出力を取り出すことによって出力の損失を防ぐことができる。

特に、この太陽電池モジュールを単体で使用するのではなく、複数の太陽電池モジュールを接続し、アレイとした太陽電池システムに使用する場合は、第1の太陽電池素子群は他の太陽電池モジュールの第1の太陽電池素子群と、第2の太陽電池素子群は他の太陽電池モジュールの第2の太陽電池素子群と接続し、最終的にパワーコンディショナに接続して使用することができる。よって第1の太陽電池素子群と第2の太陽電池素子群とから得られる出力を損失なく利用することが可能となり、本発明にかかる太陽電池モジュールの効果を有効に発揮する。

- 10 前記裏面部材は、透光性を有する材質である場合は、太陽電池モジュールの裏側からの直達光（モジュール内部の反射、散乱などによらず直接到達した光）の利用を可能にすることができる。このような太陽電池モジュールは、例えば道路脇の防音壁、落下防止柵等の設置向きが限定される上、さまざまな方向を向くことが想定される場所に使用すれば、さらに周囲の環境から受ける悪影響を少なくして、従来
- 15 の片面受光型太陽電池モジュールでは得られなかった高い出力特性を得ることが可能になる。また、ビルの壁面や屋上などに一定空間をあけて設置すれば、ビルの壁面や屋上によって反射した光を太陽電池モジュールの裏面側から受光し、発電に利用することが可能になる。

- 本発明の太陽電池モジュールにかかる裏面部材を、透光性を有する材質で構成した場合の中間部材は光を反射する材質であったほうがよい。このようにすることにより、表裏両面から入射した光の透過を防止し、太陽電池素子側へ光を反射させることができるようになるため、太陽電池素子の出力特性を向上させ、高効率の太陽電池モジュールを得ることができるようになる。このようなモジュールは例えば道路脇の防音壁、落下防止柵など両面から直達光を受ける場所に設置する太陽電池モ
- 20 ジュールに利用すれば特に有効にその効果を発揮する。

また、本発明の太陽電池モジュールに使用する中間部材は透光性を有する材質であってもよい。このようにすることにより、裏面部材にも透光性を有する材質を使用した場合には、太陽電池モジュールに入射したものの、発電に寄与しなかった光を透過させることが可能になり、太陽電池モジュールを建物の外壁や、採光窓とし

で利用することが可能になる。そして、表面部材側から入射し、第1の太陽電池素子群の発電に寄与しなかった光を、太陽電池モジュール外にまで透過させ、その裏側にあるものに反射させてから太陽電池モジュールの中に取り込むことができるようになるため、太陽電池モジュールの透過光を第2の太陽電池素子群の発電に利用  
5 することが可能になる。このようなモジュールは、ビルの壁面や屋上などに一定空間をあけて設置する場合など、外部からの強い反射光を受ける場所に設置すれば、特に有効にその効果を発揮する。

また前記裏面部材は光を反射する材質であってもよい。このようにすることにより、表面部材側から入射し、第1の太陽電池素子群の発電に寄与せず太陽電池モジュール内を透過した光が裏面部材で反射し、第2の太陽電池素子群の受光面側から  
10 入射し、発電することが可能になる。このようなモジュールはいわゆる陸屋根型モジュールのように、裏面側から直達光を受けたり、モジュール外部の反射光を受けたりすることの少ない場所に設置したときに特にその効果を有効に発揮する。

前記裏面部材に凹凸が設けられている場合は、凹凸により、光を多重反射させる  
15 などして光を有効に閉じこめることができるので、より有効に発電効率を高めることができる。

とくに前記中間部材が透光性を有する場合、第1の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子と、前記第2の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子とは、前記中間部材を基準として、対称に配置されていれば、太陽電池モジュールに入射し、発電  
20 に寄与しなかった光を透過させることが可能になり、太陽電池モジュールを建物の外壁や、採光窓として好適である。

また前記中間部材が透光性を有する場合、第1の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子と、前記第2の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子とは、前記中間部材を基準として、非対称に配置されていれば、太陽電池モジュールに入射し、発電  
25 に寄与しなかった光が、太陽電池モジュールを透過しにくくなるので、光を遮断したいときに好適である。

本発明の太陽光発電装置は、前記第1の太陽電池素子群を接続した第1の太陽電池ストリングと、前記第2の太陽電池素子群を接続した第2の太陽電池ストリングと、これら第1、第2の太陽電池ストリングの最大出力動作点で直流電力が出力さ

れるように制御するとともに、この直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、前記第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整して、前記第1の太陽電池ストリングと前記電力変換手段との間に供給するための電圧調整手段とを有し、前記電圧調整手段は、前記第2の太陽電池ストリングの出力電圧を、前記第15の太陽電池ストリングの出力電圧に合わせるように調整するものである。

前記電圧調整手段は、前記第2の太陽電池ストリングの最大電力となる電圧に基づいて、前記第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を、前記第1の太陽電池ストリングの出力電圧に合わせるように調整するものであってもよい。

ここで、第1の太陽電池ストリングとは、1又は複数の太陽電池モジュールを使用した場合において、それらの太陽電池モジュールの第1の太陽電池素子群どうしを接続したものをいい、第2の太陽電池ストリングとは、1又は複数の太陽電池モジュールを使用した場合において、それらの太陽電池モジュールの第2の太陽電池素子群どうしを接続したものをいう。

前記電力変換手段は、接続される太陽電池ストリングについて、MPPT制御15 (Maximum Power Point Tracking最大出力点追従制御)を行い、太陽電池ストリングの最大出力電圧を得るものである。

前記電圧調整手段の昇圧電圧比率は、電力変換手段の制御電圧である第1の太陽電池ストリングの出力電圧と、第2の太陽電池ストリングから与えられる入力電圧とに基づいて、自動的に調整される。

20 このように、第1の太陽電池ストリングと電力変換手段との間に、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整する電圧調整手段を設けるとともに、この電圧調整手段でもって、第2の太陽電池ストリングの出力電圧を第1の太陽電池ストリングの出力電圧側、すなわち第2の太陽電池ストリングの出力電圧を第2の太陽電池ストリングの出力電圧に合わせるように調整することによって、太陽電池モジュールを、接続箱を介して商用電力系統に系統連系させる場合に、発電能力25 が異なる第1の太陽電池ストリングと第2の太陽電池ストリングとを含む場合であっても、各太陽電池ストリングからの最大出力電力の和を最大出力電力として利用することが可能となり、太陽光発電装置を商用電力系統に系統連系させることができる。

また、前記電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングのみの接続で済み、第1の太陽電池ストリングには電圧調整手段を接続しなくても構わない。

さらに、太陽電池ストリングの設置条件の違い、例えば太陽電池ストリングごとに日照量が異なる場合などに各太陽電池ストリングの最大出力動作点に差が生じている場合であっても、真の最大出力電力を得ることができる優れた太陽光発電装置を提供できる。

また、前記電力調整手段が、昇圧と降圧の両方の電圧調整機能を有するようにしてもよい。例えば、一部の時間帯に出力低下が生じる第2の太陽電池ストリングを有する場合において、通常は降圧による電圧調整が行なわれるが、対象時間帯のみ昇圧による電圧調整を行ない、降圧型電圧調整のみでは発電に寄与できない太陽電池ストリングの電力を取り出せるようにすることも可能であり、発電電力量の向上だけでなく、従来は太陽電池ストリングの設置条件を満足できなかった場所にも太陽光発電装置の設置ができるようになる。

#### <図面の簡単な説明>

図1は、本発明にかかる太陽電池モジュールの一実施形態を示す断面図である。

図2は、本発明にかかる太陽電池モジュールの他の実施形態を示す断面図である。

図3は、本発明にかかる太陽光発電装置の一実施形態を模式的に説明するためのブロック図である。

図4は、従来例における、出力能力の異なる2つの太陽電池ストリングから出力される発電電力の関数と、パワーコンディショナに与えられる電圧との関数を表わすグラフである。

図5は、本発明における、出力能力の異なる2つの太陽電池ストリングから出力される発電電力の関数と、パワーコンディショナに与えられる電圧との関数を表わすグラフである。

図6は、図3の太陽光発電装置に含まれる電圧調整手段の一例を模式的に示すブロック図である。

図7は、制御部の昇圧制御動作を示すフローチャートである。

図8は、従来の太陽電池モジュールを示す断面図である。

#### <発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

図1は本発明にかかる太陽電池モジュールの断面構造を示す模式図である。

図1において、1は表面部材、2は受光面側充填材、3は片面受光型の太陽電池素子、4は裏面側充填材、5は裏面部材、6はインナーリードを示す。

- 5 表面部材1と裏面部材5との間に、中間部材7が介在している。表面部材1と中間部材7との間には、第1の太陽電池素子群8aが設置され、受光面側充填材2が封入されている。中間部材7と裏面部材5との間には、第2の太陽電池素子群8bが設置され、裏面側充填材4が封入されている。

- 表面部材1としては、透光性を有する部材が用いられる。また、太陽電池モジュールの強度を確保するため、ガラスや硬質プラスチックなどからなる硬質の部材が一般的に用いられる。

- ガラスについては、白板ガラス、強化ガラス、倍強化ガラス、熱線反射ガラスなどが用いられるが、一般的には厚さ3～5mm程度の白板強化ガラスが使用される。他方、硬質プラスチックなどの合成樹脂からなる基板を用いた場合には、厚み5m  
15 m程度のものが多く使用される。また、特に強度を必要としなかったり、例えば瓦に貼りつけたりするなど、他の部分で強度を確保できる場合には、PETや樹脂など軟質の部材を使用することもある。どちらであっても、太陽電池モジュールに達した光を、太陽電池素子に有効に入射させる必要があるため、光透過性の高い材質を選択したほうがよい。

- 20 受光面側充填材2及び裏面側充填材4は、一般的にエチレン-酢酸ビニル共重合体（以下EVAと略す）から成り、厚さ0.4～1.0mm程度のシート状形態のものが用いられる。

- これらはラミネート装置により減圧下で加熱加圧を行うことで、融着して他の部材と一体化する。EVAは、酸化チタンや顔料等を含有させ白色等に着色させること  
25 とがあるが、着色すると太陽電池素子3に入射される光量が減少し、太陽電池モジュールの発電量が減少するため、透明であるほうが望ましい。

太陽電池素子3は、厚み0.3～0.4mm程度、大きさ100～150mm角程度の単結晶シリコンや多結晶シリコンなどから成る。この太陽電池素子3の内部にはn型領域とp型領域があり、n型領域とp型領域との界面部分で半導体接合が

形成される。そして、その受光面側と裏面側には受光面側電極（不図示）と裏面側電極（不図示）が設けられている。

インナーリード6は太陽電池素子3同士を電氣的に接続するものである。その表面全体に20～70 $\mu\text{m}$ 程度の半田を被覆した厚さ100～300 $\mu\text{m}$ 程度の銅箔を、所定の長さに切断し、例えばホットエアーなどの熱溶着により、インナーリード6を太陽電池素子3の電極に貼り付ける。

例えば、太陽電池素子3同士を直列接続するときは、図1に示されるように一の太陽電池素子3の受光面側電極に取り付けたインナーリード6を隣接する他の太陽電池素子3の非受光面側電極に接続し、太陽電池素子群8を作製する。

- 10 このようにして太陽電池素子群8を2つ作製し、第1の太陽電池素子群8a、第2の太陽電池素子群8bとする。

裏面部材5は、太陽電池モジュールの裏面からの水分等の侵入を防ぎ、長期信頼性や絶縁性を確保するために設けるものである。例えばアルミニウム箔をポリフッ化ビニル樹脂（以下PVFと略す）のシートで挟みこんだり、PETをPVFのシートで挟みこんだりした積層シートが一般的に使用される。また、表面部材1として使用するガラスや硬質プラスチックなどからなる透明部材を用いてもよい。

中間部材7は、第1の太陽電池素子群8aと第2の太陽電池素子群8bを絶縁するために設けるものであり、EVAやPET、または裏面部材5として使用する材質などが用いられる。

- 20 このような表面部材1、受光面側充填材2、第1の太陽電池素子群8a、中間部材7、第2の太陽電池素子群8b、裏面側充填材4、裏面部材5、を積層したものをラミネーターにセットし、減圧下で加熱しながら押圧し一体化することによって、太陽電池モジュールを作製することができる。

なお、図1には示していないが、通常、太陽電池モジュールの裏面には、出力を外部に取り出すための端子箱が設けられ、太陽電池素子を接続したインナーリードの両極性の端子がこの端子箱の中に接続される。また端子箱からは両極性の接続ケーブルが引き出され、この接続ケーブルを他の太陽電池モジュールの接続ケーブルと接続することで、太陽電池モジュール同士を接続し、太陽電池アレイが構成され、用途に対して必要な電力が得られるようになっている。

以上のように構成した本発明の太陽電池モジュールは、透光性を有する表面部材 1 と、裏面部材 5 と、前記表面部材 1 と前記裏面部材 5 との間に配置された、絶縁体からなる中間部材 7 と、前記表面部材 1 と前記中間部材 7 との間に、その受光面を前記表面部材 1 側に向けて配置された、複数の太陽電池素子 3 を電氣的に接続した第 1 の太陽電池素子群 8 a と、前記裏面部材 5 と前記中間部材 7 との間に、その受光面を前記裏面部材 5 側に向けて配置された、複数の太陽電池素子 3 を電氣的に接続した第 2 の太陽電池素子群 8 b と、を備える。

ここで、直列に接続して太陽電池素子群 8 を構成するための太陽電池素子 3 としては、ほぼ同等の出力特性を得ることができる同じ出力ランクのものをを用いることが望ましい。

このような構造にすることにより、表面側から入射した太陽光を第 1 の太陽電池素子群 8 a により受光し、裏面部材 5 側から入射した太陽光を第 2 の太陽電池素子群 8 b により受光することができ、太陽光をより有効に電力に変換させることができるようになる。

従来の片面受光の太陽電池モジュールは、太陽電池素子 3 の受光面を南に向け角度を持たせて設置することにより、太陽光を効率的に受光しようとするものが主であった。

この場合、時間帯によっては太陽の仰角により発電量が極端に減少してしまう。しかし本発明の太陽電池モジュールでは、裏面部材 5 側から入射した太陽光を受光して発電に利用することができるので、太陽の仰角による悪影響を少なくして設置方向や時間帯による発電量の変化を抑制することが可能になる。

これにより、簡易な方法で太陽電池モジュールの両面から受光した太陽光を有効に発電に寄与させることができる。

本発明にかかる太陽電池モジュールは、このように周囲の環境の悪影響を受けにくくしたので、その設置場所も多岐にわたる。例えば道路脇に設けられる防音壁や転落防止柵、道路標識、公園などに設けられる照明灯やモニュメント、またビルの壁面や屋上、家屋の屋根、また地上などあらゆる場所に設置しても有効にその効果を発揮する。

なお、今まで説明した太陽電池モジュールでは、第 1 の太陽電池素子群 8 a、第

2の太陽電池素子群8bを備え、それぞれに入射した光を有効に発電に寄与させることができるが、双方に同じ照度の光が入射するケースはごくまれである。例えば太陽電池モジュールをその面が東西を向くように設置した場合、午前中は東側を向いた面、午後は西側を向いた面の日照量が他方に比べ多くなる。よって太陽電池モジュールの両面で同時に同じ発電量を得ることはしない。

通常太陽電池モジュールは、単体で使用する場合を除き、その必要電圧に応じて必要枚数を設定し、その枚数の太陽電池モジュールを直列に接続してインバータに接続することによって、直流電流を交流電流に変換して使用する。

しかし、本発明の太陽電池モジュールの場合、第1の太陽電池素子群8aと第2の太陽電池素子群8bの発電量が同じになることはほとんどないため、これらを直列に接続してしまえば最適動作電流値の違いにより、出力に損失が生じてしまう。

このような場合、第1の太陽電池素子群8aと第2の太陽電池素子群8bを絶縁し、別々に出力を取り出すような接続を採用すると好ましい。これによって、出力の損失を防ぐことができる。

また、前述した本発明の太陽電池モジュールでは、太陽電池モジュールの裏面部材5として、透光性を有する材質とすることが好ましい。このようにすることにより、裏面からの直達光の受光を可能にすることができる。また、太陽電池モジュール外からの反射光を太陽電池モジュールの裏面側から受光し、発電に利用することが可能になる。透光性を有する材質としては例えばPETやEVAなどの材質や、透明のガラス板や硬質プラスチックなどが使用可能である。

また、前記中間部材7は、光を反射する材質であったほうがよい。このようにすることにより表裏両面から入射した光の透過を防止し、太陽電池素子側へ光を反射させることができるようになるため、太陽電池素子に到達する光を従来よりも増加させることができる。よって、太陽電池素子3の出力特性を向上させ、高効率の太陽電池モジュールを得ることができるようになる。

中間部材7として用いる、光を反射する材質としては、鋼板を白色に着色したものや、鏡面加工したもの、PVFのシートに反射率の高いアルミナなどを蒸着させたものや、アルミナなどを含有するシートを貼り合わせたものなどを使用することが可能である。

太陽電池モジュールの重量の観点からは軽量な材質を使用したほうがよく、P V Fのシートなどのシート状部材が適している。

また、鋼板などの太陽電池モジュールの強度を確保することのできる硬質の材料を使用すれば、従来、表面部材1で確保していた太陽電池モジュールの強度を、中  
5 間部材7で確保することができるようになるため、太陽電池モジュールの太陽電池素子の外側に配置される表面部材1や裏面部材5の厚みを薄くすることが可能になる。

また、中間部材7に、透光性を有する材質を使用することも可能である。このようにすることにより、太陽電池モジュールに入射したものの、太陽電池素子間など  
10 の発電に寄与しなかった光を透過させ、例えば本発明にかかる太陽電池モジュールを窓材として使用した場合などは採光が可能になる。また表面部材1側から入射し、第1の太陽電池素子群8aの発電に寄与しなかった光の一部を、第2の太陽電池素子群8bの発電に利用することが可能になる。同様に裏面部材5側から入射した光を第1の太陽電池素子群8aの発電に利用することが可能になることは言うまでも  
15 ない。

このときの透光性を有する材質としてはPETやEVA、またガラス板やプラスチックなどを使用することが可能であるが、太陽電池モジュールの重量やモジュール中での光の減衰などを考慮すれば軽量で比較的薄い材質を選択することが望ましく、この点からPETやEVAなどが適している。

20 また、中間部材7にガラスやプラスチックなどの硬質の材料を使用した場合には、従来表面部材1で確保していた太陽電池モジュールの強度を、中間部材7で確保することができるようになるため、太陽電池モジュールの太陽電池素子の外側に配置される表面部材1や裏面部材5の厚みを薄くすることが可能になる。よって太陽電池素子に到達する光を従来よりも増加させ、太陽電池モジュールの出力特性を向上  
25 させることが可能になる。

さらに、前記裏面部材5に、光を反射する材質を利用することも可能である。このようにすることにより、表面部材1側から入射し、第1の太陽電池素子群8aの発電に寄与せず太陽電池モジュール内を透過した光が裏面部材5で反射し、その一部が第2の太陽電池素子群8bの受光面側から入射するので、さらに発電効率を向

上させることが可能になる。

このときの光を反射する材質としては、鋼板を白色に着色したものや、鏡面加工したもの、PVAのシートに反射率の高いアルミナなどを蒸着させたり、アルミナなどを含有するシートを貼り合わせたりしたものなどを使用することが可能である。

- 5    また図2に示すように、反射性を有する裏面部材5に凹凸形状をつければ、光を多重反射させるなどして光を有効に閉じこめることができるので、より有効に発電効率を高めることができる。

- 10    以上本発明にかかる太陽電池モジュールについて詳細に説明したが、本発明の実施形態は上述の例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることはもちろんである。

- 15    例えば、中間部材7と太陽電池素子群8（第1の太陽電池素子群8a、第2の太陽電池素子群8b）との間に、EVAなどの熱可塑性樹脂シートなどをあらかじめ設けるようにしても構わない。これによって、ラミネーターで加熱したときに、中間部材7と太陽電池素子群8との接着性をさらに高め、信頼性の高い太陽電池モジュールを得ることができる。また、これらのシートがクッション材の役割を果たし、太陽電池素子の割れを防止することができる。特に、中間部材7として、ガラスやプラスチックなどのように、熱可塑性や接着性のない材質を用いる場合に有効である。

- 20    また、上述の説明では、第1の太陽電池素子群8aと第2の太陽電池素子群8bにはほぼ同特性の太陽電池素子を使用した例によって説明したが、これに限るものではなく、例えば、最適動作波長の異なる太陽電池素子3を使用することも可能である。このように最適動作波長の異なる太陽電池素子群同士を使用して構成した太陽電池モジュールは、例えば家屋の窓に使用した場合、第1の太陽電池素子群8aは太陽光により最適に動作する太陽電池素子3を使用し、第2の太陽電池素子群8  
25    bには室内光により最適に動作する太陽電池素子3を使用するといったことが可能となり、設置環境に極めて適応した構成とすることができる。このような構成としては、例えば、第1の太陽電池素子群8aとして、バルク型の多結晶もしくは単結晶シリコン太陽電池を使用し、第2の太陽電池素子群8bとして、アモルファスシリコン太陽電池を用いればよい。

また、上述の説明に使用した図 1，図 2 では、第 1 の太陽電池素子群 8 a と第 2 の太陽電池素子群 8 b における太陽電池素子の配置は、中間部材 7 を軸として対称に配置されているように描かれているが、それぞれの太陽電池素子の配置をずらしでも構わない。

- 5 中間部材 7 と裏面部材 5 の両方に透光性を有する材質を使用し、太陽電池モジュールから外部への透過光を、例えば室内に取りこむような、いわゆるライトスルーモジュールとして本発明にかかる太陽電池モジュールを使用する場合には、中間部材 7 を軸として対称であった方がよいし、太陽電池モジュールの外部への透過光を少なくしたい場合には、第 1 の太陽電池素子群 8 a の隙間を埋めるように第 2 の太陽電池素子群 8 b の太陽電池素子 3 を配置すればよい。

また第 1 の太陽電池素子群 8 a に使用する太陽電池素子 3 の枚数やサイズは、第 2 の太陽電池素子群 8 b に使用する太陽電池素子 3 と必ずしも同じでなくても構わない。

- さらに、中間部材 7 と裏面部材 5 に透光性を有する材質を使用し、裏面部材 5 の外に光を反射する手段を設け、太陽電池モジュールを通過した光をこの反射する手段によって反射して、その一部を裏側の第 2 の太陽電池素子群 8 b で受光するようにした太陽電池モジュールであっても、本発明の効果をを得ることができる。

- また上述の説明では、太陽電池素子として、シリコンを融かして再結晶させて形成した、単結晶太陽電池素子、或いは多結晶太陽電池素子を用いた例について説明したが、これに限るものではなく、シリコンを非結晶状態で基板上に蒸着させるアモルファス太陽電池素子や、その他の化合物半導体素子を用いた太陽電池素子を用いてもよい。

- 次に、上述のような太陽電池モジュールを用いて、各太陽電池素子群 8 a，8 b から最大限の発電電力を取り出して、最適な運転制御を行うことが可能な太陽光発電装置について説明する（US 2004-0211459 A 参照）。

図 3 に、本発明の一実施形態にかかる太陽光発電装置 2 7 のブロック図を示す。この太陽光発電装置 2 7 は、次のような構成である。まず、上述した本発明にかかる第 1 の太陽電池素子群 8 a を直列接続させて第 1 の太陽電池ストリング 2 1 a が構成され、本発明にかかる第 2 の太陽電池素子群 8 b を直列接続させて第 2 の太陽

電池ストリング 21 b が構成されている。そして、これらの太陽電池ストリング 21 a, 21 b は、それぞれ接続箱 23 に含まれる逆流防止ダイオード D に接続した後、並列接続されて、各太陽電池ストリング 21 a, 21 b の発電電力を電力変換手段であるパワーコンディショナ 24 を介して負荷である交流負荷 25 や商用電力 5 系統 26 に供給する構成となっている。なお、第 2 の太陽電池ストリング 21 b は、電圧調整手段 22 を介して、第 1 の太陽電池ストリング 21 a とパワーコンディショナ 24 との間に並列接続されている。

なお、太陽電池ストリングとは次のようなものである。まず、太陽電池素子は 1 つでは 0.5 V 程度の出力電圧しかないため、電力供給する負荷に適する出力電圧 10 を得るために、複数の太陽電池素子を、例えば直列に接続して高い電圧が得られるようにする。この直列に接続された太陽電池モジュールとしたもの、または、太陽電池素子を複数枚集めて太陽電池素子群としたものを複数接続したものを太陽電池ストリングとする。上述したように、本発明にかかる第 1 の太陽電池ストリング 21 a は、第 1 の太陽電池素子群 8 a が接続されて構成されており、本発明にかかる 15 第 2 の太陽電池ストリング 21 b は、第 1 の太陽電池素子群 8 a とは太陽電池モジュールを挟んで反対側の面に配置された第 2 の太陽電池素子群 8 b が接続されて構成されている。したがって、第 1 の太陽電池ストリング 21 a と第 2 の太陽電池ストリング 21 b とは、互いに日照状態などが異なるため、多くの場合で発電能力が互いに異なり、さらにこれらの発電能力の大小関係は時間帯によっても異なる。また、上述したように、第 1 の太陽電池素子群 8 a と第 2 の太陽電池素子群 8 b とで、 20 最適動作波長の異なる太陽電池素子を使用した場合など、発電能力、出力電圧などが相互に異なる。

パワーコンディショナ 24 は、各太陽電池ストリング 21 a, 21 b から出力される直流電力を交流電力に変換する電力変換手段であって、各太陽電池ストリング 25 から与えられる直流電力が最大となるように、与えられる電圧を調整する。例えば、パワーコンディショナ 24 は、第 1 の太陽電池ストリング 21 a から与えられる電力が最大となる直流電圧が与えられるように調整する。

接続箱 23 は、各太陽電池ストリング 21 a, 21 b を並列に接続し、各太陽電池ストリング 21 a, 21 b から出力される出力電力を加算して、パワーコンディ

シヨナ 24 に与える。また接続箱 23 は、一方の太陽電池ストリングからの電流が他方の太陽電池ストリングに逆流することを防止するために、ストリングごとに逆流防止ダイオード D がそれぞれ設けられる。逆流防止ダイオード D は、ストリングを並列に接続する経路のうち、その接続接点よりもストリング側にそれぞれ介在される。

電圧調整手段 22 は、第 2 の太陽電池ストリング 21 b と接続箱 23 とを電氣的に接続する経路に介在され、逆流防止ダイオード D よりも第 2 の太陽電池ストリング 21 b 側に設けられる。電圧調整手段 22 は、第 2 の太陽電池ストリング 21 b から与えられる直流電力が最大となるように与えられる直流電圧を調整し、調整した直流電圧を昇圧して、昇圧した電圧を、接続箱 23 を介してパワーコンディショナ 24 に与える。

電流を増加させるためには、上述したように各太陽電池ストリングを並列に接続すればよいが、各ストリングの出力電圧が異なるものを並列接続すると、後述するように最大出力電力点が各ストリングごとに異なった点に位置するので、システムとしての最大出力電力が得られない。そこで、電圧調整手段 22 によって並列接続される各太陽電池ストリングの出力電圧を揃えるようにすることが望ましい。

また太陽電池ストリングは、パワーコンディショナ 24 が効率良く電力変換できる電圧及び電流となるように、あらかじめ定められる標準数の太陽電池素子が接続されることが望ましい。なお、本発明の実施の形態では、太陽電池素子が直列に接続されて、太陽電池ストリングを構成するが、太陽電池素子が直列及び並列に接続されて、太陽電池ストリングが構成されてもよい。

通常、1 つの太陽電池ストリングの出力電圧が低下すると、電圧の低いストリングに他の高い電圧のストリングからの電流が回り込むのを阻止するため、各太陽電池ストリングの出力は、逆流防止ダイオード D を介して並列接続される。第 2 の太陽電池ストリング 21 b の出力電圧が第 1 の太陽電池ストリング 21 a よりも低い場合、第 2 の太陽電池ストリング 21 b をそのまま第 1 の太陽電池ストリング 21 a と並列に接続すると、第 2 の太陽電池ストリング 21 b からの出力電力は電圧不足のため、出力として加算されなくなる。そこで電圧調整手段 22 により第 2 の太陽電池ストリング 21 b の出力電圧を昇圧して第 1 の太陽電池ストリング 21 a の

出力電圧に合わせるようにする。

また、第2の太陽電池ストリング21bの出力電圧が第1の太陽電池ストリング21aよりも高い場合は、第1の太陽電池ストリング21aの出力が加算されなくなるのを防止するため、第2ストリング21bの出力電圧を降圧して第1の太陽電池ストリング21aの出力電圧に電圧を合わせるようにする。

このように電圧調整手段22には昇圧型と降圧型、極性逆転型があり、主にインダクタンスとコンデンサを使用してスイッチング制御をするスイッチングレギュレータが好適である。

以上のようにして集められた電力はパワーコンディショナ24に与えられ、パワーコンディショナ24によって、直流電力を交流電力に変換して、電灯やモーター機器などの交流負荷25で利用可能となるように交流負荷25に同期した電圧及び電流位相に変換する。

例えば、電力変換の際に、交流負荷25で利用できるだけの独立電源としての電力供給の他に、保安機器などと電力変換機構を組み合わせる電力会社から送電される商用電力系統26と接続し、電力売買できるようにしてもよい。

なお、図3において、1つの第1の太陽電池ストリング21aと1つの第2の太陽電池ストリング21bのみが示されているが、さらに多くの太陽電池ストリングが含まれ得ることは言うまでもない。ただし、この太陽光発電装置27は、第1の太陽電池ストリング21aが複数含まれる場合は、各ストリングごとの太陽電池素子の直列に接続される枚数は同数もしくは近似値、例えば±10%程度の許容度を満足することが望ましい。なお、第2の太陽電池ストリング21bが複数接続される場合は、第2の太陽電池ストリングごとの太陽電池素子の直列に接続される枚数は同数でなくてもよい。

図4は、第1及び第2の太陽電池ストリングの出力特性を示すグラフである。

図4において、発電能力が異なる2つの太陽電池ストリング21a, 21bを本発明にかかる電圧調整手段22を介さずに並列接続した場合の出力電力の状態を説明する。

グラフ中の出力電力曲線Lは、第1の太陽電池ストリング21aからの出力電力、出力電力曲線Sは、第2の太陽電池ストリング21bからの出力電力を表わしてい

る。出力電力曲線Lと出力電力曲線Sを並列接続によって加算すると、出力電力曲線(L+S)となる。各太陽電池ストリング21a, 21bが発電しているその時々において最も出力が高い発電電力点である最大出力動作点は図4に( $\alpha 2 + \beta 1$ )で表される。

- 5      ところが、このような電圧の異なる第1の太陽電池ストリング21aと、第2の太陽電池ストリング21bとを並列接続した場合の最大出力動作点( $\alpha 2 + \beta 1$ )における電力値P(1)は、第2の太陽電池ストリング21bの最大出力動作点 $\beta 1$ における電力値P(S)の2倍程度にしかない。したがって、第1の太陽電池ストリング21aの最大出力動作点 $\alpha 1$ の電力値P(L)との加算( $\alpha 1 + \beta 1$ )
- 10    にはならず、( $\alpha 2 - \alpha 1$ )だけ電力損失が生じることになる。

また、出力電力曲線(L+S)には最大出力動作点( $\alpha 2 + \beta 1$ )の裾野に2番目の出力動作点 $\alpha 1$ が生じることになり、最大出力動作点( $\alpha 2 + \beta 1$ )と前記出力動作点 $\alpha 1$ との間に電力の谷間Vが生じるため、パワーコンディショナ24が、後述するMPPT制御(最大出力点追従制御)において、谷間Vを最大出力動作点

15    の反対側の斜面と誤判断し、出力動作点 $\alpha 1$ を最大出力動作点として追従動作を行なう問題が生じる。このように従来の太陽光発電装置では、最大出力を得られないばかりか、図4に示すように動作電圧が出力電力曲線Lの最大出力動作点 $\alpha 1$ から求められる場合は、第1の太陽電池ストリング21aのみの電力Pしか利用できないという問題がある。

- 20    一方、本発明の太陽光発電装置27における出力電力曲線を図5を用いて説明する。

出力電力曲線Lは、第1の太陽電池ストリング21aからの出力電力を表し、出力電力曲線Scは、第2の太陽電池ストリング21bからの出力電圧を電圧調整手段22で昇圧した後の出力電力を表わしている。

- 25    グラフからわかるように、電圧調整手段22によって昇圧された第2の太陽電池ストリング21bの最大出力動作点 $\beta c 1$ の電圧値 $V_m$ は、第1の太陽電池ストリング21aの最大出力動作点 $\alpha 1$ の最適電圧値 $V_L$ と一致している。

したがって各太陽電池ストリング21a, 21bが並列接続された場合、出力電力曲線Lによって表される第1の太陽電池ストリング21aからの出力電力と、出

力電力曲線  $S_c$  によって表される第2の太陽電池ストリング 21 b からの出力電力とを合算すれば、出力電力曲線  $L$  と出力電力曲線  $S_c$  の最大値が足し合わされた最大出力電力曲線 ( $L + S_c$ ) を得ることができる。

これによって最大出力動作点 ( $\alpha_1 + \beta_{c1}$ ) の裾野には2番目の出力動作点が  
5 生じることがなく、また、各太陽電池ストリング 21 a, 21 b を並列接続した場合の最大出力動作点 ( $\alpha_1 + \beta_{c1}$ ) の電力値  $P(2)$  は、第2の太陽電池ストリング 21 b の電力値  $P(S_c)$  と第1の太陽電池ストリング 21 a の出力動作点  $\alpha_1$  の電力値  $P(L)$  との加算とすることができる。また、パワーコンディショナ 24 が、最大出力電力点 ( $\alpha_1 + \beta_{c1}$ ) を容易に検知することが可能となる。

10 このように、本発明による太陽光発電装置 27 においては、電圧調整手段 22 を、第1の太陽電池ストリング 21 a と逆流防止ダイオード  $D$  との間に設けることによって、出力電圧の異なる太陽電池ストリングを、単に並列接続した場合に比べて、より高い最大出力電力値  $P(2)$  を得ることができ、その最大出力電力をパワーコンディショナ 24 に与えることができる。また、このような電圧調整手段 22 は、  
15 第2の太陽電池ストリング 21 b と接続箱 23 とを電氣的に接続する経路に対して、容易に着脱可能とすることが望ましい。このようにすれば、例えば、太陽電池モジュールの増設により、第2の太陽電池ストリング 21 b を第1の太陽電池ストリング 21 a に変更することができる場合などに、電圧調整手段 22 を取り外すことができる。

20 次に、電圧調整手段 22 について説明する。

図6は、電圧調整手段 22 の詳細を示すブロック図である。図6に示すように、電圧調整手段 22 は、外部からのサージ電圧や静電気から回路を保護する入力 EMI (電波雑音干渉) フィルタ 121、出力 EMI フィルタ 125、第2の太陽電池ストリング 21 b の出力電力から電圧調整手段全体を駆動させる電源を得るための  
25 電源部 122、入力側及び出力側の電圧状態を検出するとともに、第2の太陽電池ストリング 21 b の最大出力動作点  $\beta_1$  を検出する制御部 123、制御部 123 によって制御され第2の太陽電池ストリング 21 b から出力される直流電圧を昇圧する昇圧部 24 とを含んで構成されている。

この電圧調整手段 22 の昇圧制御動作について説明する。

図7は、図6の制御部123の昇圧制御動作を示すフローチャートである。

- まず、制御部123は、動作スタートで、電源部122から駆動用電圧が与えられて、昇圧部124を制御可能な状態となる。ステップS1において昇圧制御動作を開始する。ステップS1では、制御部123は、最大電力追従制御する。すなわち、制御部123は、昇圧比を変更して第2の太陽電池ストリング21bから出力される直流電流を増減して、その直流電圧を変化させる。そして、ステップS2に進む。ステップS2では、変化時の第2の太陽電池ストリング21bから出力される直流電力を順次計測する。そして、直流電流が最大となる動作点を検出する。すなわち、図4に示すような、第2の太陽電池ストリング21bから出力される電力が最大となる最適電圧値 $V_s$ を検出する。そして、動作を終了する。

太陽電池ストリングは、日射量の変化とともに短絡電流が変化し、温度の変化とともに開放電圧が変化する。したがって太陽電池ストリングから出力される直流電力が時々刻々変動するので、常に最大電力となる動作点を検出する必要がある。その動作は例えば、次のように行われる。

- 15 制御部123は、集積回路などによって実現される演算回路(不図示)を有する。演算回路は、第2の太陽電池ストリング21bから出力されて与えられる直流電圧と直流電流とを検出し、その直流電力を演算する。次に、演算回路は、第2の太陽電池ストリング21bから与えられる直流電圧を、1ステップ分となるあらかじめ定める電圧値を変化させるようにし、その時の直流電力を再び演算する。例えば、  
20 演算回路は、検出開始時に微小な出力電流が第2の太陽電池ストリング21bから与えられるように設定する。演算回路は、現在の直流電力と前回の直流電力とを比較し、現在の直流電力が前回の直流電力に対して増加傾向にあるときは、現在の直流電圧をさらに1ステップ分低くなるように、第2の太陽電池ストリング21bから与えられる直流電圧を低下させる。また現在の直流電力が、前回の直流電力に対して減少傾向にあるときは、現在の直流電圧をさらに1ステップ分高くなるように、  
25 第2の太陽電池ストリング21bから与えられる直流電圧を上昇させる。

このような動作を繰り返し行い、与えられる直流電力が最大となる電圧と電流を自動的に検出する。この動作が常時行われているために、太陽光が雲などで遮られたり、天候が変化したりする場合であっても、第2の太陽電池ストリング21bか

ら与えられる電力を最大点で動作させるべく、自動的に追従させることができる。このようにして第2の太陽電池ストリング21bから与えられる電力が最大となる最適電圧値 $V_s$ を求める。

5 パワーコンディショナ24によって、電圧調整手段22の負荷は、第1の太陽電池ストリング21aから出力される電力が最大となる電圧に調整されている。例えば、パワーコンディショナ24に第1の太陽電池ストリング21aから与えられる電圧が300Vに設定されている場合、電圧調整手段22から出力される電圧が300V以上であっても、300Vに引き下げられた電圧が電圧調整手段22からパワーコンディショナ24に与えられる。

10 このように電圧調整手段22から出力される電圧が引き下げられることによって、第2の太陽電池ストリング21bから電圧調整手段22に与えられる直流電圧もまた変化する。電圧調整手段22はMPPT制御によって、この変化した直流電圧に基づいて最大電力が与えられるように、第2の太陽電池ストリング21bから与えられる直流電圧を変更して設定し直す。これによって、電圧調整手段22は、パワー  
15 コンディショナ24の変換電圧値 $V_m$ で出力した上で、最大となる電力が第2の太陽電池ストリング21bから与えられるように、第2の太陽電池ストリング21bから与えられる入力電圧を設定することができる。

なお、上述の例で示した電圧調整手段22は、昇圧型の場合で説明したが、降圧型、極性逆転型であっても、同様の制御によって所望の結果を得ることができる  
20 とは言うまでもない。また、このような電圧調整手段22は、本発明の一例示であって、上述したのと同様な機能を有すれば、他の構成であってもよい。

パワーコンディショナ24は、例えばトランスレス方式が用いられ、昇圧チョッパ回路とPMWインバータ回路と、制御回路とを含んで実現される。第1の太陽電池ストリング21aから与えられる直流電力及び電圧調整手段22から与えられる  
25 直流電力は、接続箱23で合計される。その合計電力がパワーコンディショナ24に与えられる。昇圧チョッパ回路は、接続箱23から直流電圧が与えられ、与えられた直流電圧を昇圧して、インバータ回路に与える。インバータ回路は、与えられた直流電圧を交流電圧に変換し、変換した交流電圧を出力する。また、制御回路は、最大電力追従制御を行い、接続箱23から与えられる電力が最大となる変換電圧値

$V_m$ となるように、パワーコンディショナ24から出力される出力電流を調整する。またパワーコンディショナ24は、変換電圧値 $V_m$ の増減に応じて、与えられる直流電力を交流電力に変換するようにインバータ回路をPWM制御する。その結果、パワーコンディショナから出力される出力電流を変化させて、接続箱23から与え  
5 られる電力が最大となる動作点を検出する。

このようなパワーコンディショナは、本発明の一例示であって、最大電力追従制御を行うとともに、直流を交流に変換可能な機能を有すれば、他の構成であってもよい。

ところで、第2の太陽電池ストリング21bよりも、第1の太陽電池ストリング  
10 21aから先に、接続箱23を介して電圧が与えられると、パワーコンディショナ24は、第1の太陽電池ストリング21aの最適電圧値 $V_L$ が、パワーコンディショナ24に与えられるように調整する。すなわち変換電圧値 $V_m$ が第1の太陽電池ストリング21aの最適電圧値 $V_L$ と一致する。

この状態で、第2の太陽電池ストリング21bから接続箱23を介して電圧が与  
15 えられる場合、電圧調整手段22によって、第2の太陽電池ストリング21bの最適電圧値 $V_s$ が変換電圧値 $V_m$ と等しくなるように昇圧された直流電圧が、パワーコンディショナ24に与えられる。変換電圧値 $V_m$ は、第1の太陽電池ストリング21aの最適電圧値 $V_L$ と同じであるので、パワーコンディショナ24には、第1の太陽電池ストリング21aの最適電圧値 $V_L$ と第2の太陽電池ストリング21b  
20 の最適電圧値 $V_s$ が第1の太陽電池ストリング21aの電圧まで昇圧された電圧とがともに与えられる。すなわちパワーコンディショナ24は、図5に示す最大直流電力 $P(2)$ で、交流電力に変換することができる。

このように、電圧調整手段22は、制御部123により太陽電池のその時々  
の最大出力となる動作点を検出・追従して発電効率を向上させるMPPT制御を行ない、  
25 接続される第2の太陽電池ストリング21bの最大出力動作点 $\beta_1$ で動作することが可能であり、よって接続される第2の太陽電池ストリング21bの最大出力電力を得ることができる。

また、電圧調整手段22の出力側の電圧はフリー、すなわち出力電圧が制御不要となり、パワーコンディショナ24の制御電圧である第1の太陽電池ストリング2

- 1 a の出力電圧と等しくなる。このようにして決定される第 2 の太陽電池ストリング 2 1 b から与えられる入力電圧と、その入力電圧を昇圧してパワーコンディショナ 2 4 に与える出力電圧との比である昇圧比は自動的に調整されることとなる。すなわち設置時の昇圧比の設定が不要であり、設置工数の削減が可能で、なおかつ誤
- 5 設定による動作不良を無くすることができる。

なお、本発明のように太陽電池ストリングごとの設置方位が異なるような場合、太陽電池ストリングによって構成される太陽電池モジュールへの日射条件及び温度条件の違いから、各太陽電池ストリングとしての最大出力を得るための動作点には差が生じることがある。しかしながら、電圧調整手段 2 2 の M P P T 制御機能によ

10 り、各太陽電池ストリングの最大出力動作点を一致させ、その最大出力動作点で動作が可能となるため真の最大出力電力、すなわち太陽電池の出力特性においてズレのない最大電力を得ることができるので、出力電力の損失を少なくしてより高い出力電力を得ることができるので、出力電力の損失を少なくして、より高い出力電力を得ることができる。

- 15 また、電圧調整手段 2 2 自身に接続されている第 2 の太陽電池ストリング 2 1 b からのエネルギーをその駆動エネルギーとして利用するようにしてもよく、これによって、電圧調整手段 2 2 は第 2 の太陽電池ストリング 2 1 b が動作する昼間の間だけそれと同時に動作し、夜間においては自動的に停止されることになり、余計な電力消費が生じないようにすることができる。

- 20 パワーコンディショナ 2 4 及び電圧調整手段 2 2 の各制御におけるフィードバックの時間は、任意に設定することができ、例えば数秒～数十秒となるようにプログラミングされる。これによって、日射量や温度が変化した場合であっても、各太陽電池ストリングの最大電力で交流電力に変換することができる。

- また必要な電力が大きい場合、パワーコンディショナ 2 4 を並列に接続する場合
- 25 がある。例えば、パワーコンディショナ 2 4 の最大出力が 5 k W である場合、6 k W の出力電圧を得るためには、5 k W の電力を出力可能な第 1 のパワーコンディショナ 2 4 と 1 k W の電力を出力可能な第 2 のパワーコンディショナ 2 4 とが並列に接続される。または 3 k W の電力を出力可能な第 1 のパワーコンディショナ 2 4 と 3 k W の電力を出力可能な第 2 のパワーコンディショナ 2 4 とが並列に接続されて

もよい。

- パワーコンディショナ 24 は、最適出力に調整した出力電圧及びその位相を商用電源に合わせて系統連系させる機能を有する。各パワーコンディショナ同士が並列に接続される場合であって、パワーコンディショナ 24 の入力側に、それぞれ異なる発電能力を有する太陽電池ストリングが接続される場合には、前記電圧調整手段 22 が設けられることによって、より発電能力を大きくすることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 透光性を有する表面部材と、  
裏面部材と、  
前記表面部材と前記裏面部材との間に配置された、絶縁体からなる中間部材と、
- 5 前記表面部材と前記中間部材との間に、その受光面を前記表面部材側に向けて配置された、複数の太陽電池素子を電氣的に接続した第1の太陽電池素子群と、  
前記裏面部材と前記中間部材との間に、その受光面を前記裏面部材側に向けて配置された、複数の太陽電池素子を電氣的に接続した第2の太陽電池素子群とを備えた太陽電池モジュール。
- 10 2. 前記第1の太陽電池素子群と前記第2の太陽電池素子群とは、いずれも前記複数の太陽電池素子が直列に接続されてなり、前記中間部材を介して、互いに電氣的に絶縁されている請求項1に記載の太陽電池モジュール。
3. 前記裏面部材は、透光性を有する材質である請求項1または請求項2に記載の太陽電池モジュール。
- 15 4. 前記中間部材は、光を反射する材質である請求項3に記載の太陽電池モジュール。
5. 前記中間部材は、透光性を有する材質である請求項1から請求項3のいずれかに記載の太陽電池モジュール。
6. 前記裏面部材は、光を反射する材質である請求項1、請求項2または請求項5
- 20 に記載の太陽電池モジュール。
7. 前記裏面部材に凹凸が設けられている請求項6に記載の太陽電池モジュール。
8. 前記第1の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子と、前記第2の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子とは、前記中間部材を基準として、対称に配置されている請求項5に記載の太陽電池モジュール。
- 25 9. 前記第1の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子と、前記第2の太陽電池素子群を構成する太陽電池素子とは、前記中間部材を基準として、非対称に配置されている請求項5に記載の太陽電池モジュール。
10. 請求項1から請求項9のいずれかに記載の太陽電池モジュールを用いた太陽光発電装置であって、

前記第 1 の太陽電池素子群を接続した第 1 の太陽電池ストリングと、前記第 2 の太陽電池素子群を接続した第 2 の太陽電池ストリングと、

これら第 1、第 2 の太陽電池ストリングの最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、この直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、

- 5 前記第 2 の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整して、前記第 1 の太陽電池ストリングと前記電力変換手段との間に供給するための電圧調整手段とを有し、

前記電圧調整手段は、前記第 2 の太陽電池ストリングの出力電圧を、前記第 1 の太陽電池ストリングの出力電圧に合わせるように調整するものである太陽光発電装置。  
10

1 1. 前記電圧調整手段は、前記第 2 の太陽電池ストリングが最大電力となる電圧に基づいて、前記第 2 の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を、前記第 1 の太陽電池ストリングの出力電圧に合わせるように調整するものである請求項 1 0 に記載の太陽光発電装置。